

地震波処理の一方式について

渡辺一郎・福井隆文・勝山ヨシ子
国立防災科学技術センター第3研究部

A Processing Method for Earthquake Wave

By

I. Watanabe, T. Fukui and Y. Katsuyama

National Research Center for Disaster Prevention, Tokyo

Abstract

A simple filtering technique was proposed for manually indicating the analog-recorded arrival times of *P*- and *S*-waves.

In this filtering, the filter cuts away low-frequency noises with a long-recording data recorder, and cuts away the high-frequency waves for the convenience of the naked eye.

This technique was applied to the temporary earthquake wave observation at Kawasaki.

目 次

1. はしがき
2. 半自動検測方法の改良
3. 川崎市における臨時観測への応用
4. あとがき

1. はしがき

われわれは、前前報(菅原正巳, 1974)において、ノイズに埋もれた地震波を検出する方式について報告し、前報(渡辺一郎, 1975)において、この方式を岩槻地殻変動観測施設における観測記録に適用した結果について報告した。さらに前報では、このようにして検出された地震波のP波、S波到着時刻などを、蓄積管型表示装置とタブレット型の図形入力装置を用いて判定する方式についても言及した。しかし前報でも述べたように、AD変換したものをそのまま蓄積管型表示装置に表示すると、非常に見にくくP波、S波の区別があまり明りようではない。

本報告では、この点を改良した判定方式およびそれによるP波、S波到着時刻判定結果について述べる。また、このような改良のもととなった工夫が、川崎市における臨時地震観測

の整理の仕事に対し非常に役立ったので、これについてもふれることとする。

2. 半自動検測方式の改良

写真1の上段はTEAC社製R950Sデータレコーダによる岩槻の地震(昭和49年3月27日11時54分)の部分の記録(記録速度0.06 ips)を、TEAC社製R410データレコーダで再生(再生速度3 ips)し、AD変換(サンプリングタイム500 μ s)して、コンピュータの磁気テープに格納したものを、そのまま蓄積管型表示装置に表示したものである。最上段は秒パルスである。P波、

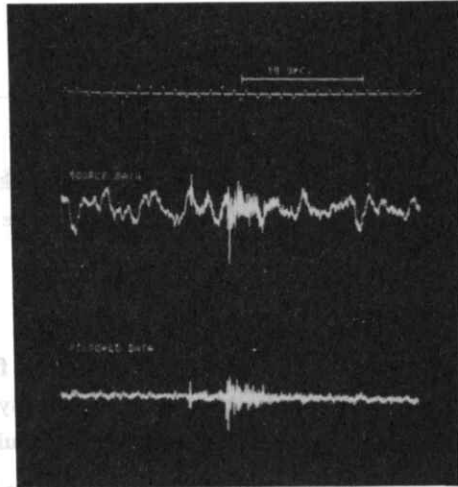


写真1 岩槻オリジナルデータ
フィルタードデータ

S波の区別は明りようでなく、これらの到着時間を判定することはなかなかむずかしい。

ところが、よく知られているようにすす書き記録の場合にはP波、S波を区別することは写真1の上段と比較して非常に容易である。このような相異の原因としては次のことが考えられる。

- (1) R950Sデータレコーダの低周波ノイズ
- (2) すず書き記録器の高周波ゲインが低いこと
- (3) すず書きのペンと紙との間の摩擦が比較的大きく、振動が比較的大きくならなければペンが動きださないこと

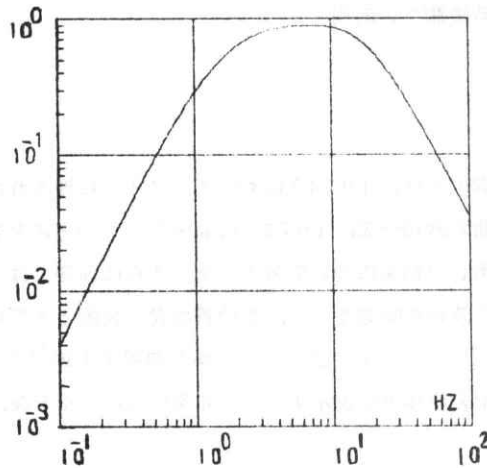


図1 フィルタの特性曲線

そこでP、S波の区別をはっきりさせ到着時間を容易にするために、アナログ観測記録に

フィルタをかけてすず書き記録に近づけることを考えた。この場合、P、S到着時間をわかりやすくするのが目的であるから、無理してすず書き記録に正しく合わせる必要はない。何回かの試行錯誤の結果得られた、現在用いているデジタルフィルタの特性曲線を図1に示す。特別な形ではなく、まったく普通のパンドパスフィルタである。

写真1の上段を、図1のデジタルフィルタで処理した後に蓄積管型表示装置に表示したものが写真1の下段である。P、S波の区別が明りようとなり、到着時間の判定も非常に容易になっている。

なお、以上の処理はすべて前前報において述べた地震検出方式を用いて検出された地震波に対して行っていることに注意すべきである。地震以外のものを含む原記録に図1のフィルタをかけられた結果の中から地震を検出しようとする、あまり良い結果は得られない。特に小さな地震に図1のフィルタをかけると地震としての特徴が失われるから、また人間の目とコンピュータの目とは認識方式が異なるからであると考えられる。

かくて、現在の所われわれが到達した微小地震半自動検出システムの概略の流れを図2のように示すことができる。

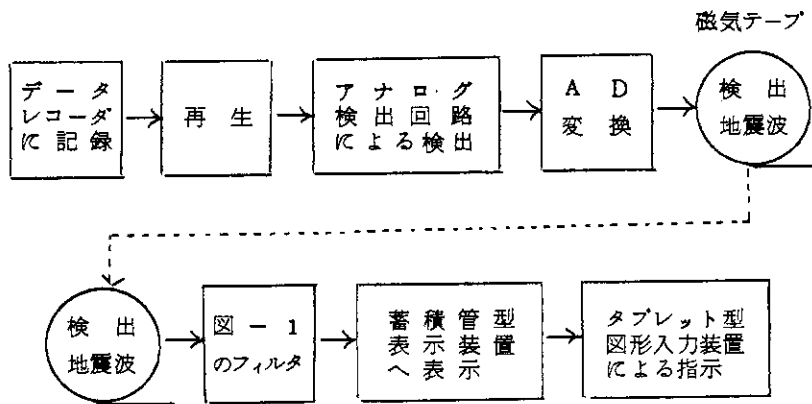


図2. 地震半自動検出システム

図2の方法により判定された検出結果の一部を表1に示す。ただし、検出のためにA/D変換後デジタルフィルタリングを行う方法をとった。表1には対応するすず書き記録による判定結果も2行目に付記してある。図2の方法の精度は十分実用に耐えると考えられる。

しかし、図2の方法を実用化するにはなお次のような問題点がある。これらの問題点とそれに対する今後の方針について若干述べよう。

- (1) 最大振幅その他についての検出方式がまだ未完であり、今後の課題である。
- (2) 人間が到着時間を指示するのであるから、多くの時間を必要とする。特に人間の労力

は著しい。

現在コンピュータによって自動的に判定する方式を開発中である。ただし、地震の特殊性のため、完全自動化は不可能であると思われるので、コンピュータが判定できないものに対して、蓄積管型表示装置に表示する方式はやはり有用である。この場合、人間が表示をみてP、S波到達時間を指示する動作を行う間、コンピュータは何もしないことになる。コンピュータに、数台の表示装置および指示のための装置を接続して検測を行うシステムを構成する必要がある。

3. 川崎市における臨時観測への応用

最近、川崎市の国鉄川崎駅附近の地盤の異常な隆起が、地震の前兆ではないかということに注目され、確認のため諸機関による各種の観測、調査が進められている。

国立防災科学技術センターにおいても、地震計を設置して地震観測を行っているが、そのうちの一つの記録計に前記のR950Sが用いられている。

R950Sは前述のように記録速度が0.06 ipsであり、約8日間の連続記録を行うことができる。地震計は当初、川崎市生田の建設途中で工事が中止されている地下鉄道内におかれていたが、地下66mであるため感度は10_{Hz}において7万倍で比較的低い。したがって、記録されている地震の数が少ないためこの連続記録の中から地震だけを検出して取り出すことは特に重要である。自動的に検出することも考慮しているが、新しい地点であり地震やノイズの波の特徴を目でみることも大切であるということから、現在、図3のような流れで処理を行っている。

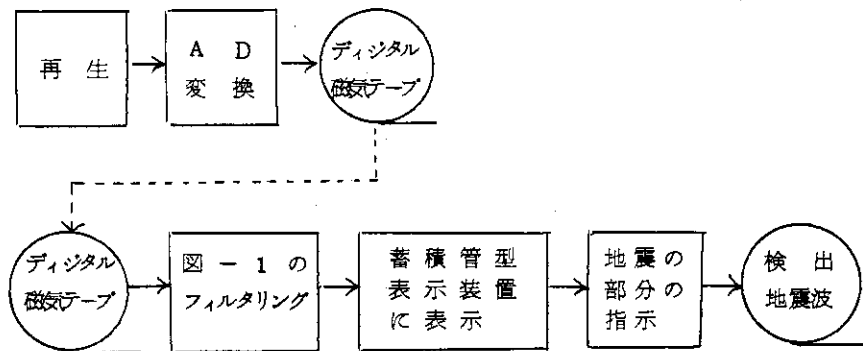


図3. 地震半自動検出システム

1974 3				1974 4									
D	H	M	S	S-P	AMAX	F-P	D	H	M	S	S-P	AMAX	F-P
26	22	02	27.2	-	*	64.	1	11	28	47.3	5.9	111	28.
			27.4	4.8	*	60.				47.4	5.1	26	20.
26	22	29	09.7	13.5	522	77.	1	11	33	45.8	10.7	313	38.
			09.9	14.6	470	100.				49.2	7.6	75	16.
26	23	32	58.2	5.6	142	22.	1	12	31	05.2	5.0	180	29.
			58.0	8.0	70	20.				04.7	5.4	66	25.
27	00	02	21.0	17.3	174	54.	1	16	28	03.2	12.7	209	26.
			21.0	18.4	80	60.				03.6	12.5	115	24.
27	05	08	54.5	7.6	260	28.	1	17	27	34.7	11.1	223	50.
			55.1	7.0	160	30.				34.4	11.6	83	50.
27	07	16	18.8	10.5	445	69.	1	22	09	04.5	11.9	265	67.
			18.8	-	210	80.				04.6	15.1	110	60.
27	09	03	12.6	13.8	191	39.	1	23	10	50.4	17.3	472	60.
			12.8	13.4	160	-				50.5	17.1	234	60.
27	10	44	04.0	12.2	211	45.	1	23	25	59.8	6.6	436	28.
			04.4	12.0	100	40.				59.0	7.4	110	25.
27	11	06	11.4	10.5	143	52.	2	00	48	22.2	3.1	367	18.
			11.8	10.0	70	40.				22.3	3.1	176	18.
27	11	54	36.0	3.4	218	19.							
			36.4	3.1	100	14.							
27	12	04	16.6	6.7	117	29.							
			16.8	7.5	160	24.							
27	15	14	25.9	10.6	*	76.							
			26.3	10.2	*	70.							
27	15	22	26.8	3.4	206	16.							
			27.3	3.1	-	15.							
27	17	40	05.0	-	*	114.							
			02.2	-	*	100.							
27	18	04	53.5	6.9	724	50.							
			53.8	7.2	-	50.							
27	18	46	44.0	-	*	87.							
			44.2	-	*	80.							

表1 P, S到達時刻検出結果

この処理においても図1のフィルタが重要な役割を果たしている。図1のフィルタをかけないで蓄積管型表示装置に表示したものが写真2、フィルタ通過後のものが写真3（写真2に対してゲインを1.5倍にしている）である。写真2、3ともに1ライン5分である。写真3の方が人間にとって非常に見やすくなっている。

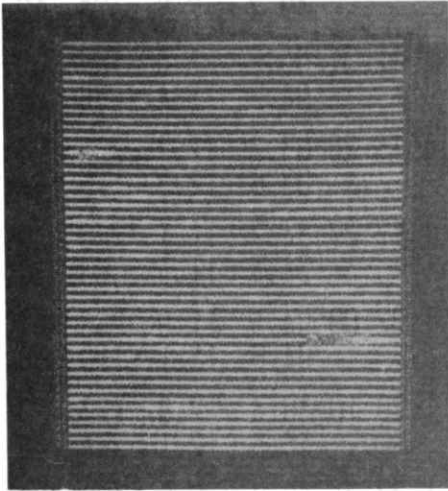


写真2 生田オリジナルデータ

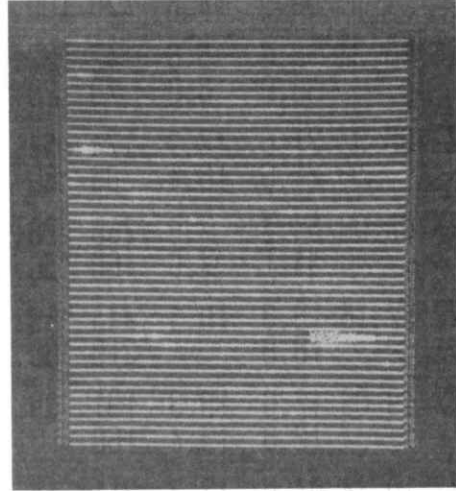


写真3 生田フィルタードデータ

なお、地点も地震計も異なり、したがってノイズの様相も異なるのに、人間の目にとって良いフィルタが、同じでよいことに注目すべきであろう。これは前述したように、図1のフィルタがR 950 S 記録計とすす書き記録計との特性に大きく関係しているためと思われる。

4. あとがき

図1のフィルタが良いことは、前述の理由から考えて当然であると言える。しかし、人間は先入感にとらわれてしまうとそれからなかなかぬけだせないものである。貴重なヒントによってわれわれを袋小路からだしていただいた明石製作所、福尾信平氏に深く感謝の意を表したい。また、半自動検測の細かい改良については国立防災科学技術センター第2研究部の諸氏に負うところが多い。

参 考 文 献

- 1) 菅原正巳・勝山ヨシ子・大村一夫・福井隆文(1974): 微小地震の自動検出方法について、国立防災科学技術センター研究報告, 第9号, 1-9.
- 2) 渡辺一郎・勝山ヨシ子(1975): 微小地震の自動検出方法について(第2報). 国立防災科学技術センター研究報告, 第12号, 掲載予定,
(1975年5月6日原稿受理)